



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 34 997 C 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
D 21 F 1/06  
D 21 F 1/02

21 Aktenzeichen: 196 34 997.4-42  
22 Anmeldetag: 30. 8. 96  
43 Offenlegungstag: 5. 3. 98  
45 Veröffentlichungstag:  
der Patenterteilung: 5. 8. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Voith Sulzer Papiermaschinen GmbH, 89522  
Heidenheim, DE  
  
74 Vertreter:  
Binder, A., Dipl.-Phys. Dr.phil.nat., Pat.-Anw., 89335  
Ichenhausen

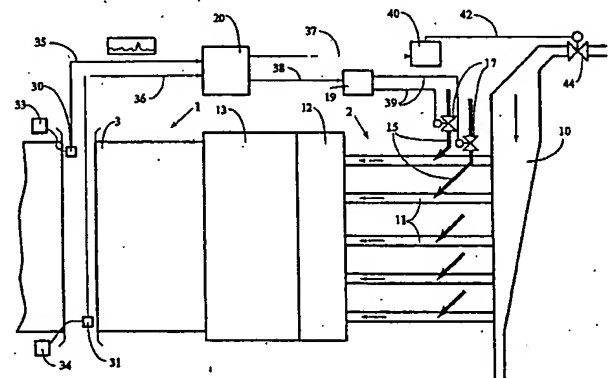
72 Erfinder:  
Begemann, Ulrich, 89522 Heidenheim, DE; Münch,  
Rudolf, 89551 Königsbrunn, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	40 19 593 C2
DE	43 16 054 A1
DE	42 39 845 A1
DE	20 19 975 A
DE	18 07 599 A
WO	95 15 492 A1

54 Regeleinrichtung mit einer Sensoren-Mehrzahl

57 Regeleinrichtung für die Einstellung/Regelung des Quer- und/oder Längsprofils mindestens eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß mit einer  
1.1 Steuer-/Regeleinrichtung zur Ansteuerung/Regelung mindestens eines Stellgliedes zur Beeinflussung des Quer- und/oder Längsprofils des mindestens einen Qualitätsmerkmals und  
1.2 mindestens einem Sensor, der ein erstes Meßsignal des Quer- und/oder Längsprofils des Qualitätsmerkmals der produzierten Papierbahn innerhalb der Papiermaschine aufnimmt, das der Steuer-/Regeleinrichtung zugeführt wird,  
1.3 mindestens einem weiteren Sensor zur Aufnahme eines weiteren Meßsignales für die Steuer-/Regeleinrichtung zur Ansteuerung/Regelung des mindestens einen Stellgliedes zur Beeinflussung des Quer- und/oder Längsprofils des mindestens einen Qualitätsmerkmals, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das weitere(n) Meßsignal(e) in der Steuer-/Regeleinrichtung in ein Längs- und Quersignalanteil aufgespalten werden.



DE 196 34 997 C 2

Best Available Copy

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Regeleinrichtung zur Einstellung/Regelung eines Quer- und oder Längsprofils eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 bzw. ein Verfahren zur Einstellung beim Papierherstellungsprozeß gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 20.

Bei den bislang zum Einsatz gelangten Regelungen eines Quer- und/oder Längsprofils eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß wurde beispielsweise das Flächengewicht als Qualitätsmerkmal geregelt. Hierzu wurde das Flächengewicht der laufenden Papierbahn im Bereich der Papiermaschine durch einen beispielsweise traversierenden Sensor gemessen und diese Meßgröße in die Steuer/Regler-Einrichtung zur Querprofilregelung eingelesen. Die Steuer/Regler-Einrichtung hat dann aufgrund eines Regelprogrammes Stellglieder zur Beeinflussung des Flächengewichtsquerprofils angesteuert. Eine derartige Steuer/Regler-Einrichtung sowie ein Verfahren zur Regelung des Flächengewichtes- und Faser-Orientierungsquerprofils ist aus der DE 42 39 845 bekannt, deren Offenbarungsgehalt hiermit vollumfänglich in diese Anmeldung einbezogen wird. Im Stand der Technik gem. DE 42 39 845 ist vorgesehen, den Stoffauflauf zumindest teilweise sektional auszubilden und die Papierstoffsuspension in den einzelnen Sektionen durch Zusp eisung von beispielsweise Verdünnungswasser in Konsistenz und Faserorientierung zu beeinflussen, um so das Flächengewichtsquerprofil zu regeln. Sektionale Stoffaufläufe sind aus dem deutschen Patent DE 40 19 593 oder der Patentanmeldung DE-A-43 16 054 bekannt, deren Offenbarungsgehalt hiermit vollumfänglich in diese Anmeldungen einbezogen wird.

Die erzielbare Querprofilgüte des Qualitätsmerkmals, in vorliegendem Beispiel des Flächengewichtes, mit einer derartigen Querprofilregelung war insbesondere durch die während des Papierherstellungsprozesses auftretenden Schwankungen in dem Längsprofil des Qualitätsmerkmals der Papierbahn limitiert. Hauptursache für die Längsschwankungen, wenn das Flächengewichtsquerprofil betrachtet wird, sind Konsistenzschwankungen im Stoffstrahl.

Wird zur Aufnahme des Meßsignals betreffend das Qualitätsmerkmal der Papierbahn ein traversierender punktuell arbeitender Sensor wie im Stand der Technik gem. der DE 42 39 845 eingesetzt, so kann mit einer derartigen Meßeinrichtung das Querprofil des Qualitätsmerkmals nicht exakt ermittelt werden, vielmehr ist es nur möglich, ein aus Quer- und Längsprofilanteilen zusammengesetztes Signal zu bestimmen. Dies resultiert aus der Geschwindigkeit, mit der die Papierbahn durch die Papiermaschine läuft. Derartige Geschwindigkeiten liegen in der Regel bei Werten größer als 1000 m/min.

Dieses aus Quer- und Längsanteilen gemischte Signal kann für die Regeleinrichtung zur Steuerung/Regelung verwendet werden, wenn man es als über einen gewissen Längsabschnitt der Papierbahn "gemitteltes" Querprofil signal ansieht.

Eine derartige Mittelung über einen gewissen Papierabschnitt führt aber zu einem stark verrauschten Querprofilmeßsignal. Aus diesem verrauschten Querprofilmeßsignal wird mittels von Filtern ein Ist-Querprofil extrahiert, das zur Regelung verwendet wird. Die starke Filterung des Querprofilmeßsignals hat zur Folge, daß Regeleingriffe der Querprofilregelung nur selten erfolgen können oder aber mit zu geringer Amplitude. So erfolgen Regeleingriffe nach dem Stand der Technik erst mit einem sehr großen Zeitversatz zur Messung, beispielsweise erst 5 Min. nach Aufnahme des Meßsignals. Bei Geschwindigkeiten von

1500 m/min oder mehr bedeutet das, daß die Papierbahn bereits einen Weg von 7500 m zurückgelegt hat, bevor ein Regeleingriff erfolgt. Probleme, die sich hieraus ergeben, sind beispielsweise darin zu sehen, daß das Einschwingverhalten der Regelung stark verlangsamt ist und das erreichbare Querprofil durch den zufälligen Anteil aufgrund der Längsschwankungen im Querprofil limitiert ist.

Weiterhin ist aus der deutschen Offenlegungsschrift DE-OS 20 19 975 eine Vorrichtung zur Dickenmessung von Bahn-, Bogen-, Blechmaterial oder dergleichen, bei der zwei Sensoren zum Einsatz gelangen, bekannt. Einer dieser Sensoren ist ein stationärer Dickenmesser zum Messen der Dicke einer laufenden Materialbahn in der Bewegungsrichtung, der andere Sensor ist ein beweglicher Dickenmesser, der in seitlicher Richtung einer laufenden Materialbahn bewegt wird, um dadurch ihre Dicke zu messen, wobei die tatsächliche Dicke entlang der seitlichen Richtung der laufenden Materialbahn durch Verarbeitung der von dem als stationärer Dickenmesser ausgebildeten Sensor und von dem als beweglichen Dickenmesser ausgebildeten Sensor gemessenen Dicken der laufenden Materialbahn erhalten wird.

Aus der PCT-Offenlegungsschrift WO 95/15492 A ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Untersuchung eines Querprofils einer kontinuierlich erzeugten Materialbahn bekannt. Das Verfahren offenbart eine Querprofilregelung mit einer Regeleinrichtung, der eingangsseitig eine Regelabweichung zwischen einem vorgegebenen Sollprofil und dem gemessenen Profil der Materialbahn zugeführt wird und die ausgangsseitig in Abhängigkeit von der Regelabweichung eine vorgegebene Anzahl von Stellgliedern zum Einstellen des Profils der Materialbahn betätigt, wobei in einer Recheneinrichtung in Abhängigkeit von dem gemessenen Profil und einem mathematischen Modell der Regelstrecke das optimal erreichbare Profil berechnet und für einen Vergleich mit dem gemessenen Profil zur Verfügung gestellt wird. Die offenbarte Vorrichtung dient zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und ist durch eine Vielzahl von Stellgliedern zum Einstellen des Profils der Materialbahn gekennzeichnet.

Ferner offenbart die deutsche Offenlegungsschrift DE-OS 18 07 599 ein Verfahren und eine Einrichtung zur Bestimmung von Eigenschaften sich bewegender Bahnen. Dabei ist verfahrensmäßig ein einziger Sensor vorhanden, der rechtwinklig zu den Kanten der sich bewegenden Bahn abtastet und der eine Größe erzeugt, die die Funktion der Eigenschaft in Querbearbeitungsrichtung und in Bearbeitungsrichtung anzeigt, wobei die Funktion in Bearbeitungsrichtung aus der Größe eliminiert wird, damit eine Anzeige nur der Funktion in Querbearbeitungsrichtung erhalten wird. Die dazugehörige Einrichtung dient zur Durchführung des offenbarten Verfahrens.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Regeleinrichtung anzugeben, mit deren Hilfe die genannten Nachteile gemäß dem Stand der Technik überwunden werden können sowie ein entsprechendes Verfahren hierzu.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Regeleinrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 20 gelöst.

Durch die Verwendung von mehr als einem Sensor zur Regelung des Quer- und/oder Längsprofils eines Qualitätsmerkmals, beispielsweise des Flächengewichtes im Papierherstellungsprozeß zur gleichen Zeit ist es möglich, das Querprofil aus den verrauschten Profildaten schneller zu ermitteln. Die Querprofilregelung kann dann häufiger eingreifen und schneller auf Profilschwankungen reagieren. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, daß das Einschwingverhalten der Regelung wesentlich verkürzt wird, was insbesondere nach einem Sortenwechsel oder nach Prozeßstörungen von

entscheidendem Vorteil ist. Selbstverständlich können auch mehr als zwei Sensoren in einer noch aufwendiger ausgebildeten Regelungsvorrichtung eingesetzt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren können die Quer- und/oder Längsprofile der unterschiedlichsten Qualitätsmerkmale beim Papierherstellungsprozeß geregelt werden.

So ist die Regelung des Quer- und/oder Längsprofils folgender Qualitätsmerkmale im Papierherstellungsprozeß ohne Beschränkung hierauf möglich:

- der Formation der Papierbahn;
- der Dicke der laufenden Papierbahn;
- der Feuchte und Opazität der laufenden Papierbahn;
- der Rauigkeit und der mechanischen Blatteigenschaften der Papierbahn, wie beispielsweise der E-Modul oder das Reißlängenverhältnis.

Besonders bevorzugt ist die Regelung des Quer- und/oder Längsprofils des Flächengewichtes und der Faserorientierung einer Papierbahn. Als Stellglied für das Flächengewichtsquerprofil oder das Querprofil der Faserorientierung wird in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ein stoffdichtegeregelter Stoffauflauf verwendet.

Ein derartiger Stoffauflauf ist sektioniert, wobei die Papierstoffsuspensionskonsistenz und Faserorientierung in den einzelnen Sektionen beeinflusst werden kann. Dies ist beispielsweise dadurch möglich, daß vorgesehen ist, im Bereich der Zufuhrleitungen zu den jeweiligen Sektionen Verdünnungsleitungen anzuordnen, die in die Zufuhrleitungen münden und mit je einem Stellventil ausgerüstet sind. Über die Verdünnungsleitungen kann dann sowohl die Konsistenz als auch die Faserorientierung in den einzelnen Sektionen beeinflusst werden. Derartige Stoffaufläufe sind in den zuvor erwähnten Druckschriften DE 40 19 593 bzw. DE 43 16 054 offenbart.

Als Stellglied für die Längsprofilregelung ist in einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, ein Stellventil, das im gemeinsamen Zulauf zum Stoffauflauf oder aber im gemeinsamen Rücklauf angeordnet ist, vorzusehen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die mindestens zwei Meßsignale der zwei Meßsensoren einer Rechneinrichtung zugeführt werden. Mittels der Rechneinrichtung können die Meßsignale, von denen mindestens eines ein Meßsignal ist, das sowohl einen Quer- als auch einen Längsprofilanteil enthält, derart bearbeitet werden, daß ein Querprofilanteil und ein Längsprofilanteil sowie ein Restanteil der die zufälligen Störungen beschreibt, aus den aufgenommenen Meßsignalen extrahiert werden. Das sich hieraus ergebende Steuersignal für den Längsanteil wird einem Regler für die Längsprofilregelung zugeführt und das Signal für den Queranteil einem Querprofilregler. Der Quer- bzw. Längsprofilregler spricht dann wiederum entsprechend seinem Regelungsalgorithmus die jeweiligen Stellglieder an. Wie bereits oben erwähnt, ist im Falle der Regelung des Flächengewichtsquer- und/oder -längsprofils in einer vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen, einen stoffdichtegeregelten Stoffauflauf zu verwenden, wohingegen als Stellglied für das Längsprofil ein im gemeinsamen Stoffzulauf bzw. im Ablauf angeordnetes Stellventil, das durch den Längsprofilregler angesprochen wird, vorgesehen sein kann.

In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß ein Sensor zur Aufnahme eines sich aus einem Flächengewichtsquer- und -längsprofilanteiles zusammensetzenden Meßsignales ein traversierender Sensor ist, der im Bereich der Papiermaschine angeordnet ist. Als weiteres Meßsignal enthaltend nur einen Längsprofilanteil wird die Papierstoffkonsistenz im Stoffauflauf selbst bestimmt.

Die Papierstoffkonsistenz kann entweder in der gemeinsamen Zuführung zum Stoffauflauf oder aber in den einzelnen Zufuhrleitungen gemessen werden.

Alternativ hierzu bietet sich in einer weitergebildeten Ausführungsform an, als weiteres Meßsignal das eines weiteren Sensors, der im Naßteil der Papiermaschine angeordnet ist, zu verwenden. Ein solcher Sensor kann die Suspensionshöhe auf dem Sieb der Papiermaschine, das dem Stoffauflauf folgt, und damit wiederum die Papierstoffkonsistenz messen. Ein derartiger Sensor kann auch zusätzlich zu einem in den Zufuhrleitungen angeordneten Papierstoffkonsistenzsensor vorgesehen sein.

Als besonderer Vorteil der Messung im Naßteil der Papiermaschine bzw. der Papierstoffkonsistenzbestimmung im Stoffauflauf selbst ist anzusehen, daß mit einer derartigen Anordnung eine sehr schnelle Regelung erreicht werden kann, da Abweichungen im Stoffauflauf durch einen derart angeordneten Sensor schneller als bislang ermittelt werden und dazu führen, daß die Regelung eingreift. Mit anderen Worten bedeutet dies, daß eine derartige Anordnung eine kürzere Totzeit aufweist und eine kürzere Regelstrecke.

In einer besonders kostengünstigen und einfachen Ausführungsform kann vorgesehen sein, daß als weiterer Sensor ein außerhalb des Stoffauflaufes angeordneter Sensor vorgesehen ist, der baugleich mit dem ersten Sensor sein kann.

Prinzipiell sind zwei besonders vorteilhafte Ausführungsvarianten betreffend die Mehrzahl der Sensoren vorgesehen.

In der einen der beiden Ausführungsformen traversieren beide Sensoren mit einem gewissen Zeitversatz, d. h., daß sich die Sensoren zur gleichen Zeit an unterschiedlichen Orten auf der Papierbahn befinden und ein Meßsignal aufnehmen.

In einer vereinfachten Ausführungsform kann vorgesehen sein, daß der eine der beiden Sensoren punktuell fixiert bleibt, während sich der andere der Sensoren über die Papierbahn hinwegbewegt.

Neben der Vorrichtung stellt die Erfindung auch ein Verfahren zur Einstellung/Regelung eines Quer- und/oder Längsprofils eines Qualitätsmerkmals bei der Papierherstellung zur Verfügung, das sich gemäß der Erfindung dadurch auszeichnet, daß zusätzlich zu einem ersten Meßsignal betreffend das Quer- und/oder Längsprofil eines Qualitätsmerkmals ein weiteres Meßsignal aufgenommen wird. Weiterbildungen des Verfahrens sind Gegenstand der sich daran anschließenden Unteransprüche.

Die Erfindung soll nunmehr anhand von Ausführungsbeispielen und den Zeichnungen näher erläutert werden.

Es zeigen

Fig. 1, 1A und 1C eine Papiermaschine mit der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung und zwei traversierenden Sensoren;

Fig. 1B einen stoffdichtegeregelten Stoffauflauf einer Papiermaschine und zwei traversierenden Sensoren der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung;

Fig. 2 eine Papierbahn, auf der der Weg von zwei traversierenden Meßsensoren über die Papierbahn dargestellt ist und

Fig. 3 eine Papiermaschine mit der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung und einem Sensor im Stoffauflauf.

Fig. 1 zeigt eine an einer Papiermaschine 1 angebrachte Regeleinrichtung zur Einstellung/Regelung des Quer- und/oder Längsprofils eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß gemäß der Erfindung. Die Einstellung/Regelung gemäß der Erfindung soll beispielhaft nachfolgend anhand des Flächengewichtslängs- und/oder -querprofils einer Papierbahn beschrieben werden, ohne daß dies als Beschränkung in bezug auf die allgemeine Idee der Erfindung aufgefaßt werden soll.

Die allgemeine Idee der Erfindung ist darin zu sehen, daß mindestens zwei Meßsignale für das Profil eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß aufgenommen werden.

Bei laufender Papierbahn und traversierendem Sensor setzt sich das Meßsignal des Qualitätsmerkmalsprofils aus einem Querprofilanteil einem Längsprofilanteil und einem Zufalls- oder Restanteil zusammen; bei feststehendem bzw. örtlich fixierten Sensor nur aus einem Längsprofilanteil. Als Qualitätsmerkmale, die zur Regelung eines Papierherstellungsprozesses herangezogen werden können, kommen außer dem Flächengewichtsprofil in Betracht die Faserorientierung, Formation, Asche, Dicke, Feuchte, Opazität, Rauigkeit der Papierbahn oder auch die mechanischen Blatteigenschaften, wie beispielsweise der E-Modul.

Als Stellglied kann bei einer Regelung, die als Meßsignal das Flächengewichtslängs- und/oder -querprofil oder die Faserorientierung verwendet, beispielsweise für den Querprofilanteil ein sektionierter Stoffauflauf und für den Längsanteil ein in der Stoffauflaufzufuhrleitung angeordnetes Regelventil zum Einsatz gelangen.

Für eine derartige Anordnung ist von der Papiermaschine der Stoffauflauf 2 und der Anfangsabschnitt der Papierbahn 3, die auf einem Sieb zur Entwässerung läuft, dargestellt. Der Stoffauflauf 2 umfaßt eine gemeinsame Zufuhrleitung 10 für die zuzuführende Papierstoffsuspension, die sich in einzelne Zufuhrleitungen 11 zu den jeweiligen Sektionen des Stoffauflaufes 2 aufteilt. Die einzelnen Zufuhrleitungen 11 münden in einen Turbulenzerzeuger 12, an den sich die Düse 13 des Stoffauflaufes anschließt, aus dem die Papierstoffsuspension heraustritt und auf ein Sieb gelangt, auf dem die Papierbahn 3 gebildet wird.

Die Geschwindigkeitsdifferenz von auftreffendem Stoffstrahl und sich bewegendem Sieb ist mitbestimmend für die Faserorientierung in der laufenden Papierbahn. Liegt eine Geschwindigkeitsdifferenz vor, so ergibt sich eine bevorzugte Orientierung der Fasern in Maschinenlaufrichtung der Papierbahn. Bei Existenz von Querströmen und keinen Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen auftreffendem Stoffstrahl und Sieb können aufgrund von Quergeschwindigkeitskomponenten Faserorientierungen im Blatt hergestellt werden, die um einen Winkel  $\alpha$  von der Maschinenlaufrichtung abweichen. Mit Hilfe der vorliegenden Regeleinrichtung ist es aufgrund obigen Zusammenhangs möglich, durch entsprechende Ansteuerung eines sektionierten Stoffauflaufes – wie nachfolgend beschrieben – als Stellglied für das Querprofil die Faserorientierung neben dem Flächengewicht als Qualitätsmerkmal im Papierherstellungsprozeß zu regeln.

In jede der einzelnen Zufuhrleitungen 11 des Stoffauflaufes mündet eine Verdünnungsmittelzufuhrleitung 15, in die je ein Stellventil 17 eingebracht ist. In Fig. 1 sind die Stellventile nur für die ersten zwei Verdünnungsmittelzufuhrleitungen 15 des Stoffauflaufes dargestellt. Selbstverständlich ist eine analoge Anordnung auch für die anderen Leitungen, obwohl nicht dargestellt, vorgesehen. Über die Verdünnungsmittelzufuhrleitungen 15 können in die einzelnen Sektionen des Stoffauflaufes Verdünnungsmittel, beispielsweise Verdünnungswasser oder aber auch verdünnte Papierstoffsuspension, eingeführt werden, so daß in den einzelnen Sektionen des Stoffauflaufes sowohl die Konsistenz als auch die Faserorientierung geändert werden kann. Diese Änderungen wiederum beeinflussen beispielsweise das Flächengewichtsquerprofil der Papierbahn, die durch Aufbringen der Stoff suspension auf das nachfolgende Sieb gebildet wird. Mit Hilfe eines sektionierten, stoffdichtegeregelten Stoffauflaufes ist es somit möglich, das Flächengewichtsquerprofil wie auch die Faserorientierung gezielt einzustellen. Eine Steue-

rung geschieht durch entsprechendes Öffnen und Schließen des Stellgliedes in Form des Stellventiles 17 für jede einzelne Zufuhrleitung. Die Betätigung des Stellventiles 17 erfolgt durch einen Steuerimpuls des Reglers 19, der wiederum von einem Steuerrechner 20 angesprochen wird.

Die Aufgabe des Steuerrechners wird in nachfolgendem Abschnitt näher beschrieben. Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, daß mindestens zwei Sensoren Meßsignale zur Ermittlung des Flächengewichtsquer- und/oder -längsprofils aufnehmen. In der dargestellten Ausführungsform sind diese beiden Sensoren in der Art zweier punktförmiger Meßstellen 30 bzw. 31 ausgeführt, die oberhalb der Papierbahn auf einer Meßbrücke angeordnet sind. Die Sensoren können quer zur Laufrichtung der Papierbahn auf der Meßbrücke 32 über diese hinwegbewegt werden und nehmen dabei punktuell das Querprofil der laufenden Papierbahn 3 auf. Als Meßsignal ergibt sich dann aber aufgrund der laufenden Papierbahn über der Zeit kein reines Querprofil sondern ein Profil, das sich aus einem Quer- und einem Längsprofilanteil zusammensetzt, wie in Fig. 2 dargestellt. Betreffend die Querbewegung zweier traversierender Sensoren sind eine Vielzahl von Möglichkeiten denkbar. So können die beiden punktförmigen Sensoren 30 bzw. 31 in gewissem Abstand voneinander in gleicher Richtung über die Papierbahn hinwegbewegen oder aber genau so zeitlich synchronisiert sein, daß sie sich gegeneinander bewegen.

Angetrieben werden können die Meßsensoren beispielsweise über Elektromotoren 33, 34. Die von den Meßsensoren aufgenommenen Werte werden über Meßleitungen 35, 36 an die Steuerrecheneinheit 20 übermittelt. In der Steuerrecheneinheit werden die Meßsignale der mindestens zwei Sensoren 30 bzw. 31 derart bearbeitet, daß aus den Signalen die Querprofilanteile bzw. Längsprofilanteile extrahiert werden, bis auf einen Restanteil. Die so ermittelten Quer- bzw. Längsprofilanteile werden mit den jeweiligen Sollprofildaten verglichen und dann die jeweiligen Regler für den Quer- bzw. Längsprofilanteil über die Reglerleitungen 37, 38 angesprochen. Regler 19 steuert zur Querprofileinstellung die einzelnen Stellventile 17 der jeweiligen Sektionen des Stoffauflaufes an. Hierzu führen vom Regler 19 zu den jeweiligen Stellventilen einzelne Steuerleitungen 39. Betreffend das Verfahren zur Beeinflussung des Flächengewichts- und Faserorientierungsquerprofils mittels eines stoffdichtegeregelten Stoffauflaufes wird auf das deutsche Patent DE 40 19 593 verwiesen, dessen Offenbarungsgehalt hiermit vollumfänglich miteinbezogen wird.

Der Regler 40 zur Längsprofilregelung steuert über die Steuerleitung 42 das Stellventil 44 an. Das Stellventil 44 ist in der vorliegenden Ausführungsform in der gemeinsamen Zufuhrleitung 10 eingangsseitig angeordnet und dient der Regelung der Papierstoff-Suspensionsmenge im gemeinsamen Zulauf, womit das Längsprofil beeinflußt werden kann, da Längsprofilschwankungen des Flächengewichts- oder auch des Faserorientierungsprofils die Folge von Konsistenzschwankungen im Stoffauflauf sind.

In der in Fig. 1A und 1B dargestellten Ausführungsform ist für jede Sektion in der Zufuhrleitung 11 ein Ventil 44 zur Regelung der Gesamtmenge der Stoff suspension in dieser Sektion vorgesehen. Der dem Ventil zugeordnete Stellantrieb wird über Steuerleitungen 42 durch den Regler zur Längsprofilregelung 40 angesteuert.

Die Stoffdichte in einer Zufuhrleitung wird durch das Ventil 17 in der Verdünnungsmittelzufuhrleitung 15 der jeweiligen Sektion eingestellt. Durch das Zusammenführen des Hauptsuspensionsstromes mit der Konzentration C1 in der Zufuhrleitung 11 mit einem Verdünnungsstrom über die Verdünnungsmittelzufuhrleitung 15, der im allgemeinen eine niedrigere Konzentration C2 als der Hauptsuspensions-

strom in der jeweiligen Zufuhrleitung 11 vor der Einspeisestelle aufweist, ergibt sich eine Stoffsusensionsdichte  $C_{ges} = a_i \cdot c_i + a_j \cdot c_j$  in der jeweiligen Sektion. Hierbei sind  $a_i$ ;  $a_j$  die Anteile der Teilströme an dem jeweiligen Gesamtsektionsstrom. Vorzugsweise hat der Hauptsuspensionsstrom einen Mengenanteil von 85%, also  $a_i = 0,85$  und der Verdünnungsmittelstrom einen Anteil von 15%, also  $a_j = 0,15$ . In Fig. 1B ist ein stoffdichtegeregelter Stoffauflauf in einer Papiermaschine im Schnitt für eine Sektion, wie er vom Aufbau aus der DE 42 39 845, deren Offenbarungsgehalt hiermit vollumfänglich eingeschlossen wird, bereits bekannt geworden ist, dargestellt. Gleiche Bauteile wie in Fig. 1A sind mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet. Deutlich zu sehen das Ventil 44 in der Zufuhrleitung sowie Ventil 17 in der Verdünnungsmittelzufuhrleitung 15.

In Fig. 1C ist eine weitere Variante dargestellt, bei der die Ventile 44 in den Zufuhrleitungen 11 vor der Einspeisestelle 70 des Verdünnungsmediums angeordnet sind.

Wiederum werden die Ventile 17 in den Verdünnungsmittelzufuhrleitungen 15 über Leitungen 39 von dem Regler für das Querprofil 19 angesteuert, während die Ventile 44 in den einzelnen Zufuhrleitungen 11 durch den Regler für das Längsprofil 40 angesteuert werden.

In Fig. 2 ist dargestellt, welche Punkte der Papierbahn bei quer zur Laufrichtung der Papierbahn traversierenden punktuellen Meßstellen aufgenommen werden. Fig. 2 zeigt die in der eingezeichneten Pfeilrichtung laufende Papierbahn 3. Die auf der Papierbahn eingezeichnete durchgezogene Linie 50 zeigt die Punkte an, die bei einer vorgegebenen Bahngeschwindigkeit von einem der beiden traversierenden Meßsensoren bei vorgegebener Geschwindigkeit, mit der sich dieser Sensor quer zur laufenden Papierbahn bewegt, abgetastet werden. Wie dieser Abbildung zu entnehmen ist, wird bei einer laufenden Papierbahn nicht das Flächengewichtsquerprofil als Meßgröße aufgenommen, sondern eine Mischung aus Flächengewichtsquer- und -längsprofil. Bei auftretenden Längsprofilschwankungen führt dies dazu, daß das Flächengewichtsquerprofil nur als eine Art Mittelwert über eine gewisse Vorschubstrecke, die hier mit  $l_a$  bezeichnet ist, gemessen werden kann. Bei auftretenden Längsschwankungen ergibt sich dann ein verrauschtes Querprofil. Das Rauschen dieses Profils kann vermindert werden, wenn ein zweiter punktueller Sensor gegenläufig zum ersten Sensor traversiert. Es ergibt sich dann die strichpunktiert eingezeichnete zweite Bahn 52 der Meßpunkte für diesen zweiten Sensor 31. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, wird der Abstand zweier Meßpunkte der Papierbahn, wenn beide Sensoren gegenläufig traversieren, gegenüber der Aufnahme mit nur einem Sensor halbiert. Diese Strecke ist in Fig. 2 mit  $l_b$  bezeichnet. Es gilt  $l_b = 0,5 \cdot l_a$ .

Selbstverständlich ist es möglich, noch mehr als zwei Sensoren zur Ermittlung des aktuellen Flächengewichtsquer- und/oder -längsprofils einzusetzen und somit die Auflösung noch weiter zu erhöhen.

Aber bereits die Verwendung von zwei anstelle von einem Sensor bewirkt, daß stellvertretend für ein Qualitätsmerkmal beim Papierherstellungsprozeß das Flächengewichtsquer- und/oder -längsprofil wesentlich genauer als bislang aufgenommen werden kann. Darüber hinaus ermöglicht diese Anordnung, durch Aufspaltung in einen Quer- und Längsprofilanteil, beispielsweise mit Hilfe eines Differenzsignales auf die Längsschwankungen zurückzuschließen und damit die Flächengewichtsquerprofilmessung von diesen Längsschwankungen zu bereinigen. Das Querprofil ist somit nicht nur schneller sondern wesentlich rauschärmer zu ermitteln, und die Querprofilregelung kann häufiger und auch mit größerer Amplitude als nach dem Stand der Technik eingreifen. Damit kann auf Profilschwankungen schnell-

ler als bislang reagiert werden, und eine feinere Regelung ist möglich. Auch die Einschwingzeit der Regelung nach Sortenwechsel oder anderen Störungen wird wesentlich beschleunigt.

Neben der dargestellten Ausführungsform mit zwei traversierenden Sensoren ist es auch möglich, anstelle von zwei unabhängigen Flächengewichtsquer- und/oder -längsprofilmessungen beispielsweise nur eine Flächengewichtsquer- und/oder -längsprofilmessung vorzunehmen und eine weitere Meßgröße bei der Papierherstellung zu ermitteln, um so die Längsschwankungen beim Papierherstellungsprozeß beeinflussen bzw. berücksichtigen zu können.

Eine Möglichkeit ist es z. B., die Konsistenz der Papierstoff suspension als weitere unabhängige Meßgröße zu ermitteln. Dies kann beispielsweise im gemeinsamen Zulauf zum Stoffauflauf erfolgen oder aber in den einzelnen Zufuhrleitungen zum Stoffauflauf selbst.

Eine derartige Anordnung an einem Stoffauflauf zeigt Fig. 3. Wie in Fig. 1 ist eine Papiermaschine mit einem stoffdichtegeregelten, sektionierten Stoffauflauf 2 dargestellt. Anstelle der beiden traversierenden Sensoren umfaßt die Anordnung gemäß Fig. 3 nur einen traversierenden Sensor 130, der ein gemischtes Quer- und Längsprofil der laufenden Papierbahn 3 aufnimmt und dieses Meßsignal über die Meßleitung 135 dem Steuerrechner 20 zuleitet. Der sektionierte Stoffauflauf ist, wie bei Fig. 1 beschrieben, aufgebaut und umfaßt eine gemeinsame Zufuhrleitung 10 mit einer Einlaßseite 111 und einer Auslaßseite 112 sowie einzelnen Zufuhrleitungen 11 zu den jeweiligen Sektionen des Stoffauflaufs, wobei jeder einzelnen Zufuhrleitung eine Verbindungsmittelzufuhrleitung 15 mit den jeweiligen Stellgliedern 17 zugeordnet ist. Die Querprofilregelung erfolgt mittels des Reglers 19, wie unter Fig. 1 beschrieben. Abweichend von Fig. 1 wird als zweite Meßgröße die Papierstoffkonsistenz mittels eines Sensors 100 bestimmt, der in vorliegendem Beispiel eingangsseitig der gemeinsamen Zufuhrleitung angeordnet ist. Die mittels des Sensors 100 bestimmte Papierstoffkonsistenz wird über die Leitung 113 dem Steuerrechner 20 zugeführt. Bei diesem Signal handelt es sich, wie bereits zuvor dargestellt, um ein reines Längsprofilsignal des Qualitätsmerkmals, in vorliegendem Beispiel also des Flächengewichtes, so daß in der Steuerrecheneinheit lediglich das Signal, das von dem traversierenden Meßsensor 130 herrührt, in einen Quer- und einen Längsanteil mit Hilfe des zweiten Meßsignales des Papierstoffkonsistenzsensors zerlegt werden muß. Der Längssignalanteil wird wie in Fig. 1 über die Leitung 37 dem Regler 40 für den Längsanteil zugeführt, der wie in Fig. 1 ein in der Zufuhrleitung angeordnetes Stellventil 44 anspricht. Selbstverständlich sind auch für diesen Stoffauflauf Anordnungen wie in Fig. 1A, 1B und 1C dargestellt denkbar.

Der Vorteil einer Aufnahme eines Signales in der gemeinsamen Zufuhrleitung oder aber auch an beliebiger Stelle in der Naßpartie liegt darin, daß wesentlich schnellere Regelungseingriffe möglich sind.

Selbstverständlich ist es auch möglich, anstelle der genauen Messung der Papierstoffkonsistenz im Stoffauflauf andere für den Papierherstellungsprozeß charakteristischen Qualitätsmerkmale aufzunehmen bzw. diese zusätzlich zum Flächengewichtsquer- und/oder -längsprofil zu bestimmen. Bezüglich der betreffenden Qualitätsmerkmale wird auf die eingangs gemachten Ausführungen verwiesen.

Mit all den aufgezeigten Ausführungsformen ist es gegenüber dem Stand der Technik möglich, wesentlich bessere Ergebnisse bei der Regelung des Stoffauflaufes einer Papierbahn zu erhalten und damit die insgesamt mit dieser Vorrichtung erzielbare Papierqualität zu verbessern.

## Patentansprüche

1. Regeleinrichtung für die Einstellung/Regelung des Quer- und/oder Längsprofils mindestens eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß mit einer 5
- 1.1 Steuer-/Regeleinrichtung zur Ansteuerung/Regelung mindestens eines Stellgliedes zur Beeinflussung des Quer- und/oder Längsprofils des mindestens einen Qualitätsmerkmals und 10
- 1.2 mindestens einem Sensor, der ein erstes Meßsignal des Quer- und/oder Längsprofils des Qualitätsmerkmals der produzierten Papierbahn innerhalb der Papiermaschine aufnimmt, das der Steuer-/Regeleinrichtung zugeführt wird, 15
- 1.3 mindestens einem weiteren Sensor zur Aufnahme eines weiteren Meßsignales für die Steuer-/Regeleinrichtung zur Ansteuerung/Regelung des mindestens einen Stellgliedes zur Beeinflussung des Quer- und/oder Längsprofils des mindestens einen Qualitätsmerkmals, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das weitere(n) Meßsignal(e) in der Steuer-/Regeleinrichtung in ein Längs- und Quersignalanteil aufgespalten werden. 20
2. Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Längssignalanteil einem Regler für den Längsanteil (40) und der Quersignalanteil einem Regler für den Queranteil (19) zugeführt wird. 25
3. Regeleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler für den Längsanteil mindestens ein Längsanteilstellglied anspricht und der Regler für den Queranteil mindestens ein Queranteilstellglied anspricht. 30
4. Regeleinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Queranteilstellglied ein stoffdichtegeregelter Stoffauflauf ist. 35
5. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine weitere Sensor traversiert.
6. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der weiteren Sensoren fest installiert ist und das Qualitätsmerkmal an einer festen Stelle in der Papiermaschine mißt. 40
7. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Sensor ein im Naßteil der Papiermaschine angeordneter Sensor ist, der das Quer- und/oder Längsprofil des Qualitätsmerkmals im Naßteil der Papiermaschine mißt. 45
8. Regeleinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine weitere Sensor in mindestens einer der Zufuhrleitungen (11) oder der gemeinsamen Zufuhrleitung (10) angeordnet ist. 50
9. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerkmal die Papierformation umfaßt. 55
10. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerkmal die Asche umfaßt. 60
11. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerkmal die Papierdicke umfaßt.
12. Regeleinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerkmal die Feuchte der Papierbahn umfaßt. 65
13. Regeleinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerk-

mal die Opazität der Papierbahn umfaßt.

14. Regeleinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerkmal die Rauigkeit der Papierbahn umfaßt.
15. Regeleinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerkmal die mechanischen Blatteigenschaften umfaßt.
16. Regeleinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerkmal das Flächengewichtspröfil der Papierbahn umfaßt.
17. Regeleinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Qualitätsmerkmal die Faserorientierung der Papierbahn umfaßt.
18. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Sensor ein Papierstoffkonsistenzsensor ist.
19. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Sensor ein Flächengewichtssensor ist.
20. Verfahren zur Einstellung/Regelung eines Quer- und/oder Längsprofils eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß umfassend die folgenden Schritte:
  - 20.1 Messen des Quer- und/oder Längsprofils des Qualitätsmerkmals an mindestens einer Stelle in der Papiermaschine;
  - 20.2 zusätzlich zu dem mindestens an einer Stelle aufgenommenen Quer- und/oder Längsprofil eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß, Aufnahme mindestens einer weiteren Meßgröße, die charakteristisch für das Quer- und/oder Längsprofil des Qualitätsmerkmals ist;
  - 20.3 Verarbeiten dieser Meßsignale in einer Rechneinrichtung und
  - 20.4 Ansteuern mindestens eines Stellgliedes durch mindestens eine Reglereinrichtung zur Beeinflussung des Quer- und/oder Längsprofils eines Qualitätsmerkmals beim Papierherstellungsprozeß, das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß
  - 20.5 die mindestens zwei Meßsignale der mindestens zwei Sensoren in der Rechneinrichtung in ein Längs- und ein Queranteilsignal aufgespalten werden.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Längsanteilsignal einem Regler für den Längsanteil und das Queranteilsignal einem Regler für den Queranteil zugeführt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied für das Querprofil ein stoffdichtegeregelter Stoffauflauf ist.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der stoffdichtegeregelter Stoffauflauf in jeder Verdünnungsmittelzufuhrleitung, die in eine Zufuhrleitung für die Papierstoffsuspension des Stoffauflaufes mündet, ein Stellventil umfaßt.
24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der stoffdichtegeregelter Stoffauflauf in jeder Zufuhrleitung (11) für eine Sektion des Stoffauflaufes ein Stellventil (44) umfaßt.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen



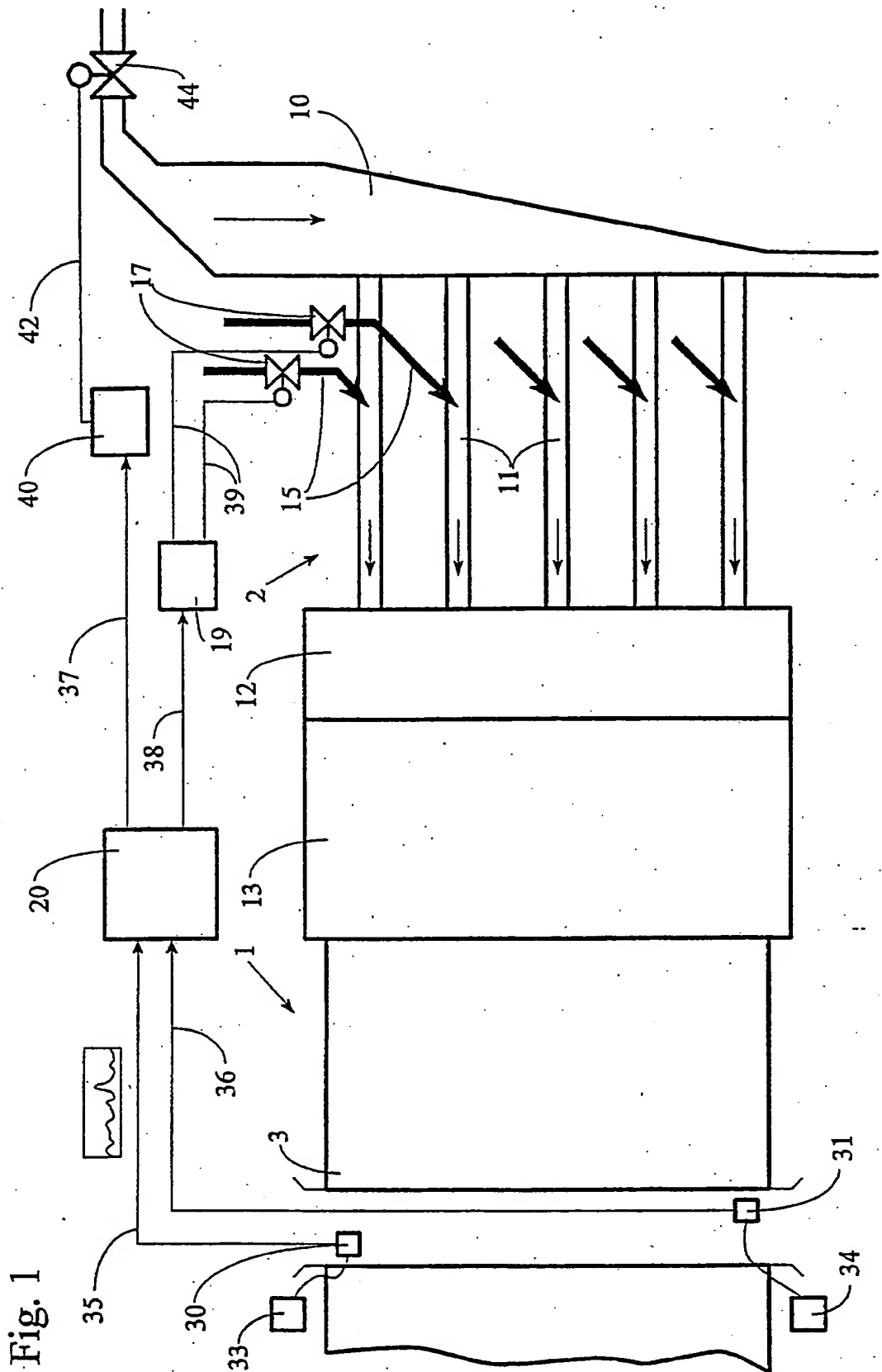


Fig. 1

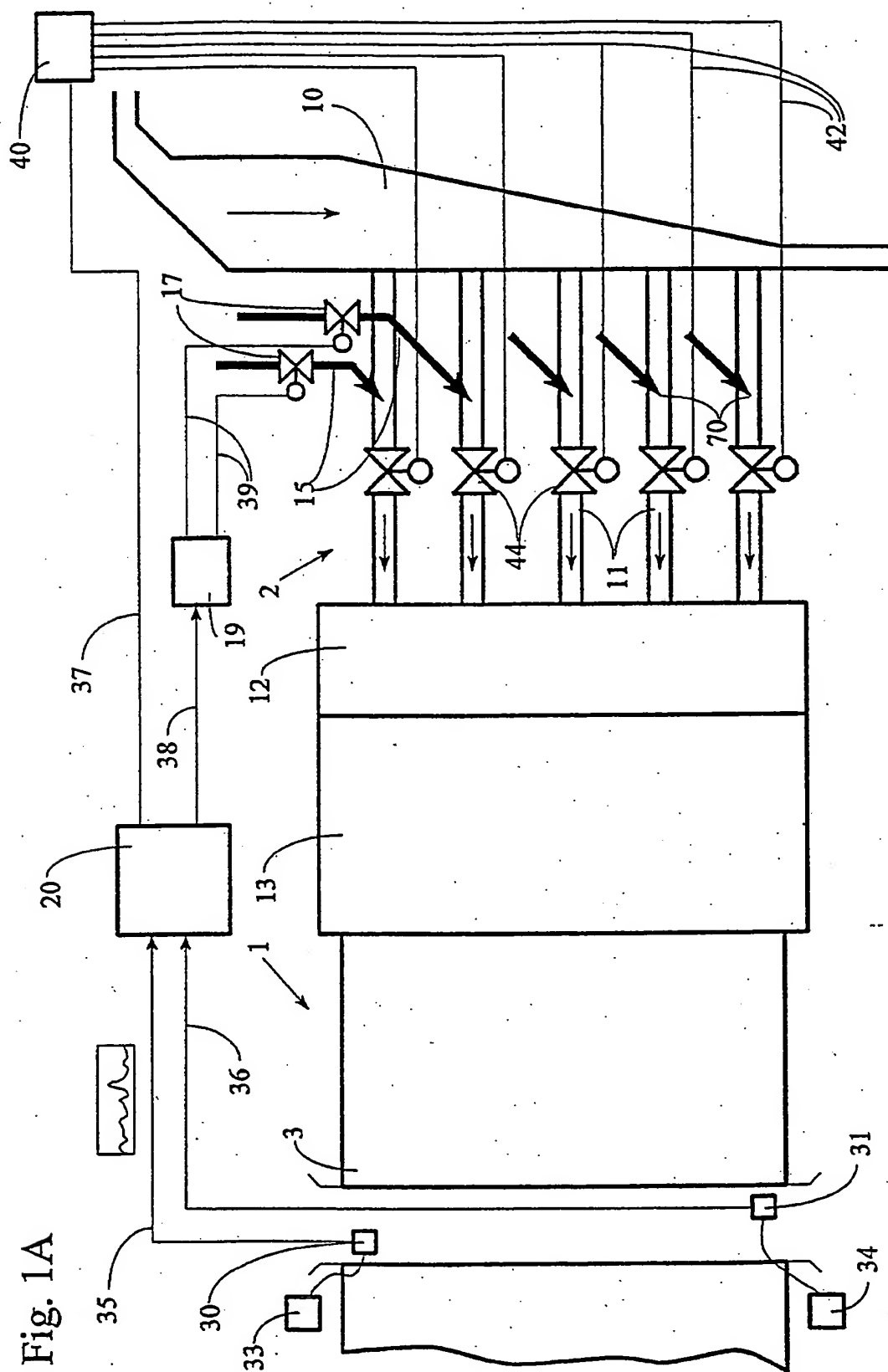
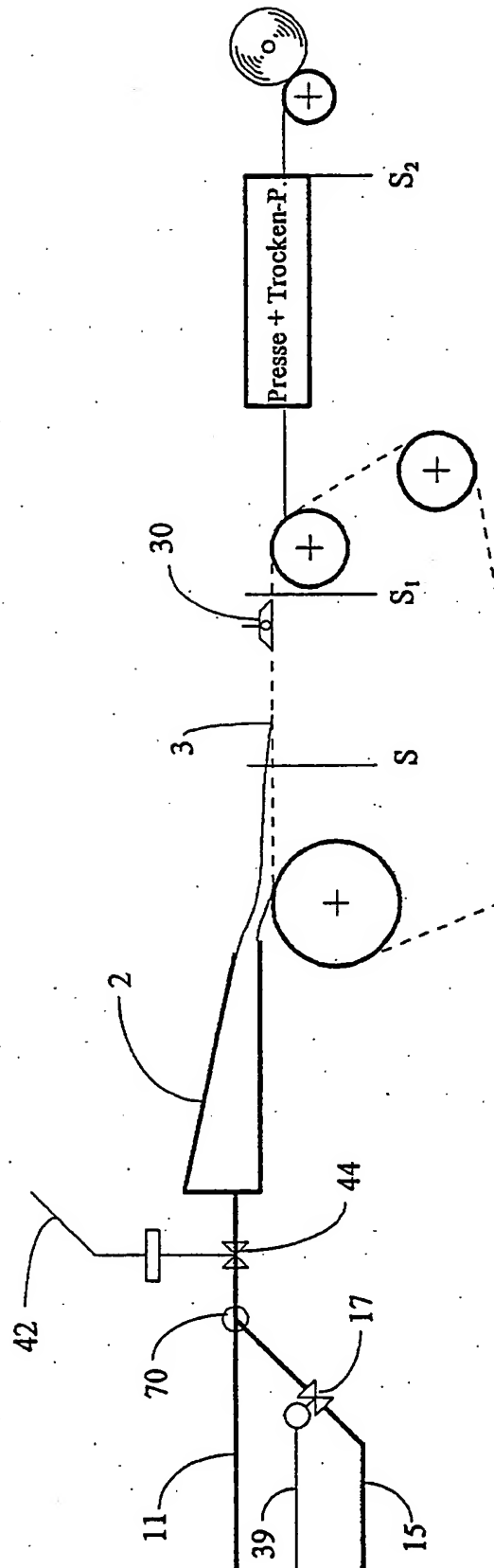


Fig. 1A



Fig. 1B



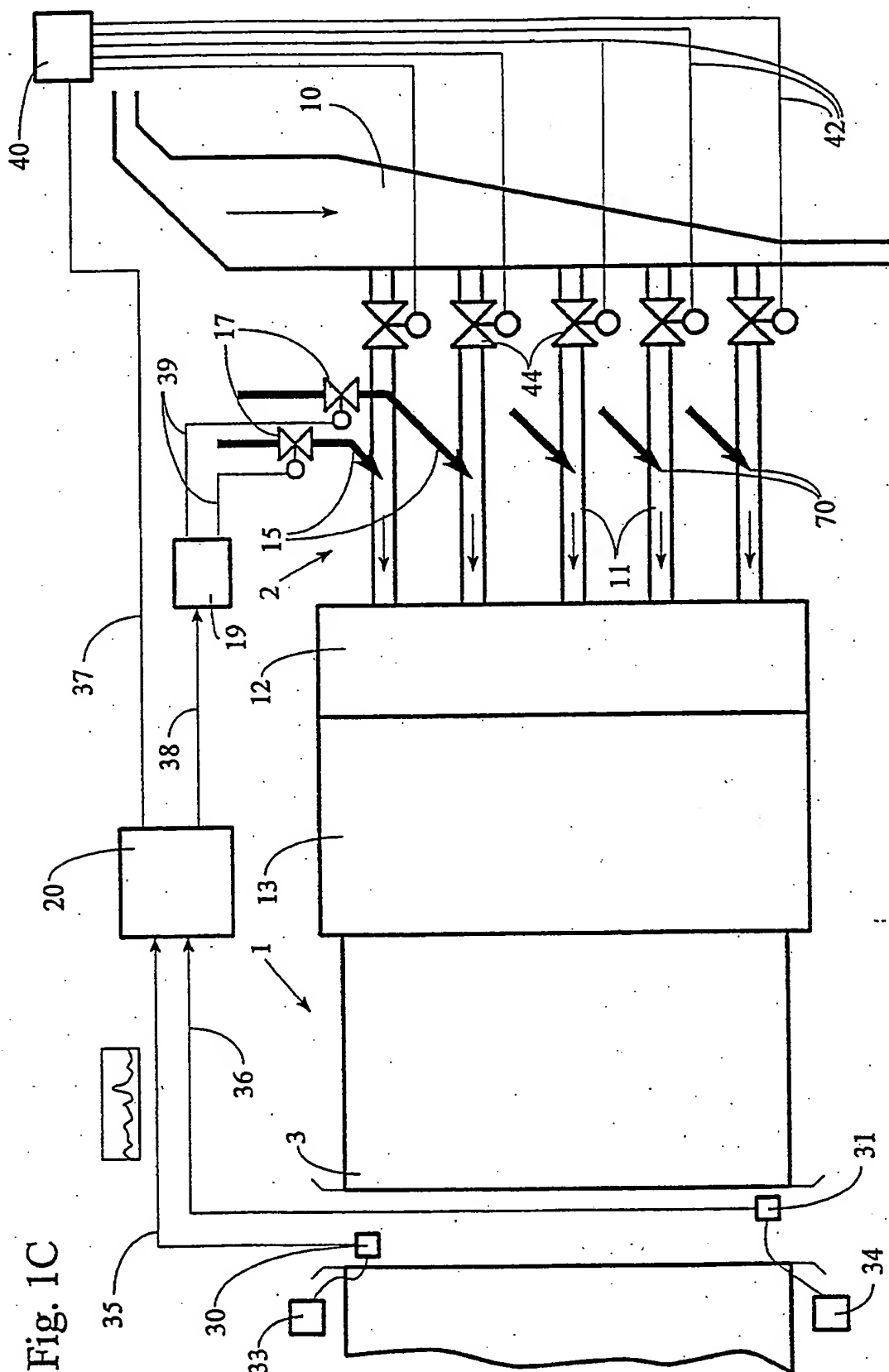
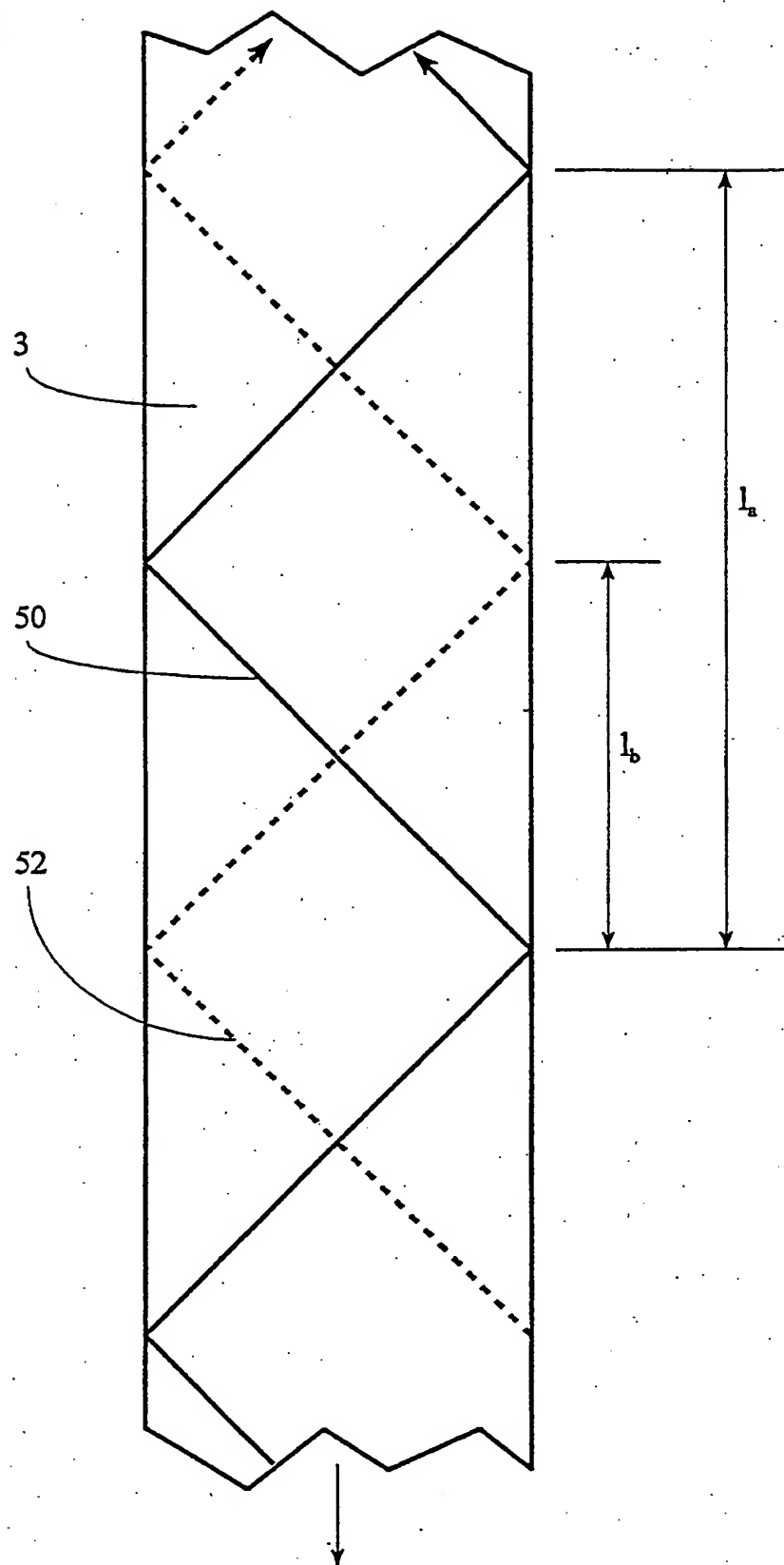


Fig. 1C

Fig. 2



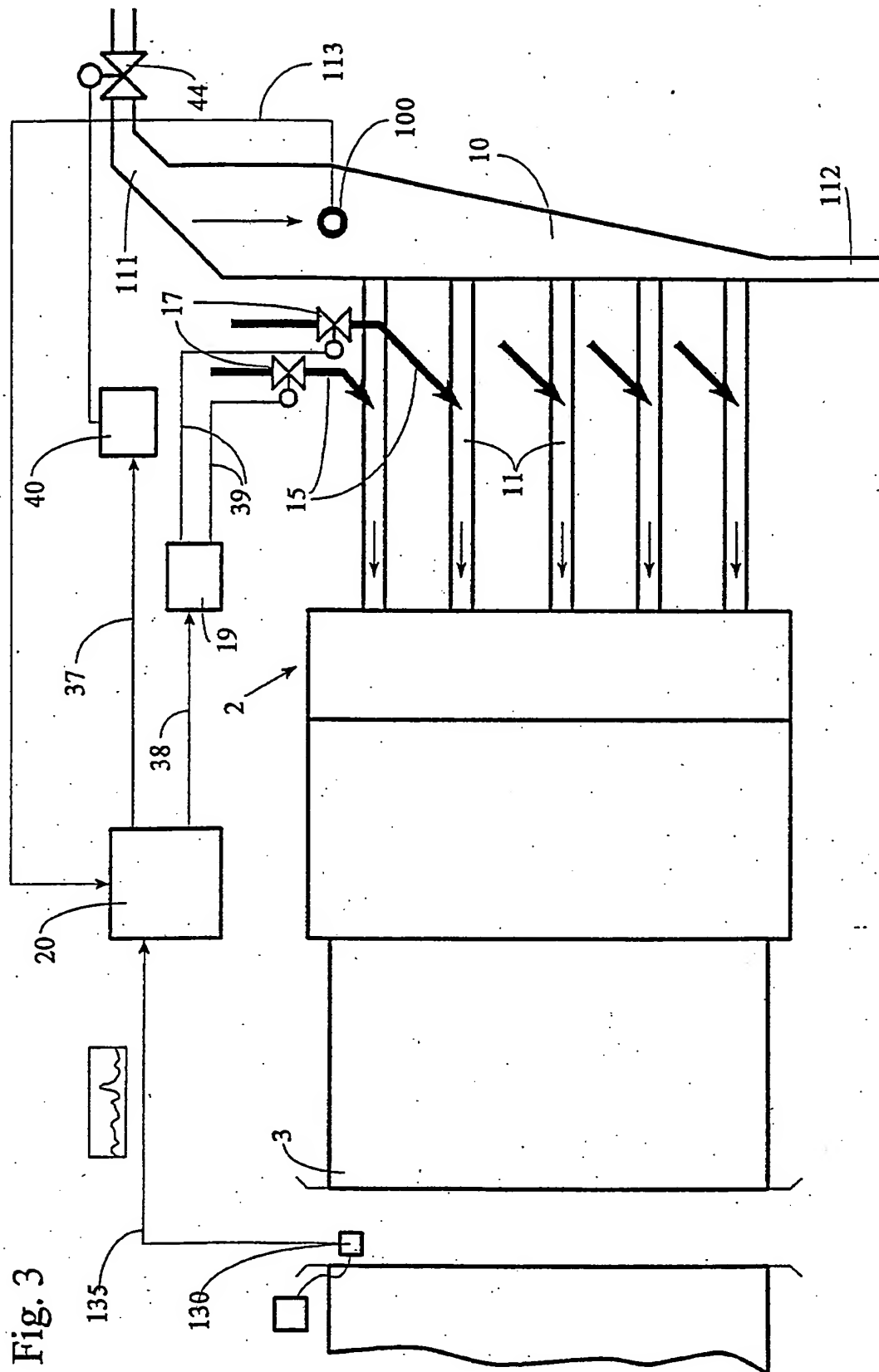


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**